

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-237016

(43)公開日 平成6年(1994)8月23日

(51)Int. Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 33/00

H 0 1 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

M 7376-4 M

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-20993

(22)出願日 平成5年(1993)2月9日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 松田 賢一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

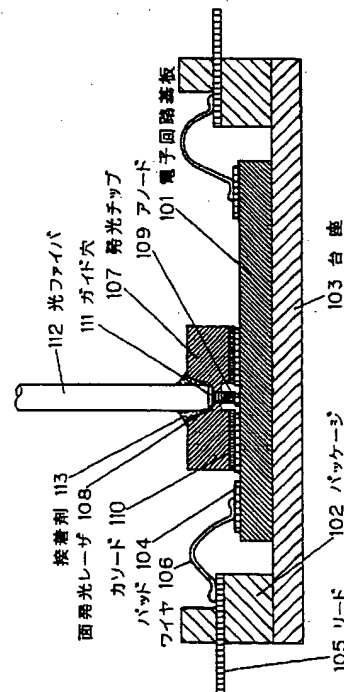
(74)代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

(54)【発明の名称】 光ファイバモジュールおよびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 パッケージ上に容易に組み立てられる構成で、機械的な光軸合せで高い光学結合効率を得られる面発光レーザ光ファイバモジュールを提供する。

【構成】 電子回路基板101はICチップであり、パッケージ102の台座103にダイボンドされている。また、電子回路基板101のパッド104とパッケージ102のリード105はワイヤ106によって接続されている。発光チップ107は主表面側に垂直共振器型面発光レーザ108が形成されており、電子回路基板101に主表面を接して接着されている。面発光レーザ108のアノード109とカソード110はそれぞれ個別に電子回路基板101上の配線と電気接点を持つようになっている。発光チップ107の主表面裏側にはガイド穴111が開口されており、ここに光ファイバ112が挿入固定されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電子回路基板と、前記電子回路基板に主表面を接して接着された前記電子回路基板との電気接点を有する発光チップと、前記発光チップの前記主表面側に形成された垂直共振器型面発光レーザと、前記発光チップの前記主表面の裏側より前記発光チップに開口された前記面発光レーザ近傍に達するガイド穴と、前記ガイド穴に挿入固定された前記面発光レーザと光学結合する光ファイバとを有することを特徴とする光ファイバモジュール。

【請求項2】半導体基板の主表面上に垂直共振器型面発光レーザを構成するエピ層を結晶成長する工程と、前記主表面の周縁部にある前記エピ層をエッチング除去する工程と、前記主表面の裏側より前記半導体基板をエッチングし前記エピ層に達するガイド穴および前記周縁部に位置する貫通穴を同時に開口する工程と、前記貫通穴の位置を基準として前記ガイド穴上に前記面発光レーザが形成されるように前記エピ層をメサエッチングする工程と、前記ガイド穴に光ファイバを挿入固定する工程とを具備してなる光ファイバモジュールの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、垂直共振器型面発光レーザに光ファイバを光学結合した光ファイバモジュールに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】現在広く用いられている光ファイバ付き半導体レーザモジュールは端面発光型の半導体レーザを用いている。端面発光型の半導体レーザは、出力光の放射角度が大きいため、高い結合効率を得るためにはレンズを介して光ファイバと光学結合する必要がある。この際、半導体レーザ、レンズおよび光ファイバ間の精密な位置合わせが必要となるが、通常は半導体レーザを発光状態にして光ファイバの遠端からの出力光パワーが最大となるように光ファイバを固定する。この方法は半導体レーザを通電状態にして組み立てを行うので作業効率が悪く、また自動化された位置合せ装置を用いても相当の作業時間を要することから、光ファイバモジュールの低価格化を妨げる要因となっている。このため、機械精度による光軸合せの方法も種々考案されているが、結合効率があまり高くないという難点がある。

【0003】一方、近年急速に特性が向上した垂直共振器型面発光レーザを光ファイバモジュールに応用することが提案されている。面発光レーザは出力光の放射角度が小さいので、レンズを使わない直接結合でも高い結合効率が期待できる。この直接結合は例えば、K. Tai 他 "Selfaligned fiber pigtailed surface emitting lasers on Si submounts", エレクトロニクス・レターズ (Electronics Letters) 誌、27巻(1991年)、2030頁~2032頁に述べられている。この例で

は、レーザ光がチップ表面から出力されることを利用して、自己整合的に光軸合せを行っている。図4に示しており、垂直共振器型面発光レーザ401が形成された発光チップ402がSiサブマウント403に接着されており、サブマウント403に開口されたガイド穴404に固定された光ファイバ405と光学結合する。ガイド穴404に対して位置決めしたサブマウント403上のInパッドと面発光レーザ401に対して位置決めした発光チップ402上のInパッドを接着すると、Inの張力による自己整合作用で面発光レーザ401とガイド穴404が位置合せされる。光ファイバ405をガイド穴404に挿入し、紫外線硬化樹脂406によって固定すると、最終的に面発光レーザ401と光ファイバ405が光軸合せされることになる。また、面発光レーザ401は発光チップ402にボンディングされたn接続ワイヤ407とサブマウントにボンディングされたp接続ワイヤ408によって、外部回路と電気的に接続される。マルチモード光ファイバに対する結合では、この方法で100%近い結合効率を得られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の面発光レーザと光ファイバの結合方法は、組み立て時にレーザを通電状態にする必要がなく、しかも高い結合効率を得られるという利点を有している。しかし、サブマウントの片面側に発光チップがあり、反対面側から光ファイバが取り出されているので、サブマウントをパッケージに固定するのが困難である。すなわち、通常はサブマウントをパッケージに接着した後、発光チップをサブマウントに接着するが、この場合はパッケージ底部にも貫通穴を開け、そこから光ファイバを挿入固定する必要がある。あるいは、図4と同じく光ファイバが上方に取り出される構成にしようすると、発光チップを接着したサブマウントを裏返してパッケージに固定する必要がある。何れの構成を取るにしても、組み立ての作業効率は悪い。また、底部に貫通穴があるか、発光チップを収納する窪みがあるパッケージを用いる必要があり、平坦な台座を有する一般のICパッケージを用いて組み立てることはできない。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明では上記課題を解決するために、電子回路基板と、前記電子回路基板に主表面を接して接着された前記電子回路基板との電気接点を有する発光チップと、前記発光チップの前記主表面側に形成された垂直共振器型面発光レーザと、前記発光チップの前記主表面の裏側より前記発光チップに開口された前記面発光レーザ近傍に達するガイド穴と、前記ガイド穴に挿入固定された前記面発光レーザと光学結合する光ファイバとを有する構成で光ファイバモジュールを実現するものであり、また半導体基板の主表面上に垂直共振器型面発光レーザを構成するエピ層を結晶成長する工

程と、前記主表面の周縁部にある前記エビ層をエッチング除去する工程と、前記主表面の裏側より前記半導体基板をエッチングし前記エビ層に達するガイド穴および前記周縁部に位置する貫通穴を同時に開口する工程と、前記貫通穴の位置を基準として前記ガイド穴上に前記面発光レーザが形成されるように前記エビ層をメサエッチングする工程と、前記ガイド穴に光ファイバを挿入固定する工程とによって光ファイバモジュールを製造するといふものである。

【0006】

【作用】本発明の光ファイバモジュールでは、電子回路基板に主表面を接して発光チップを接着し、発光チップの主表面裏側よりガイド穴を開口し、ここに光ファイバを挿入固定する。ここで、電子回路基板は上記従来例のサブマウントに相当するが、SiあるいはGaAs等のICチップであってもよいし、配線パターンを形成したプリント基板であってもよい。発光チップは主表面側に垂直共振器型面発光レーザが形成されており、いわゆるフリップチップボンディングで電子回路基板と電気接点を有するように接着される。本構成によれば、発光チップの電子回路基板への接着面と光ファイバの取り出し方向が反対側になるので、組み立てが容易になる。すなわち、電子回路基板をパッケージに接着した後、発光チップを主表面を下にして電子回路基板に接着し、その後発光チップの主表面裏側（上側）より光ファイバを挿入固定することができる。

【0007】また、本発明の光ファイバモジュールでは、発光チップの主表面上に形成された面発光レーザと主表面裏側から開口されたガイド穴の位置合せによって光ファイバの光軸合せが行われる。これは以下の方法で発光チップを製造することで容易に実現できる。まず、GaAs等の半導体基板の主表面上に垂直共振器型面発光レーザを構成するエビ層を結晶成長し、次いで主表面の周縁部にあるエビ層をエッチング除去する。ここで、主表面の裏側よりエビ層に達する複数の穴を同時に開口するが、その一部はエビ層を除去した部分に開口する。すなわち、エビ層がある部分ではこの穴はガイド穴となるが、エビ層を除去した部分では主表面に達する貫通穴となる。この貫通穴の位置を基準とすれば、精確にガイド穴の直上に面発光レーザを形成することができる。

【0008】

【実施例】図1は本発明の一実施例の光ファイバモジュールの断面図である。電子回路基板101はSiあるいはGaAsのICチップであり、パッケージ102の台座103にダイボンディングされている。また、電子回路基板101のパッド104とパッケージ102のリード105はワイヤ106によって接続されている。発光チップ107は主表面側に垂直共振器型面発光レーザ108が形成されており、電子回路基板101の一部領域上に主表面を接するように接着されている。面発光レーザ10

8のアノード109とカソード110はそれぞれ個別に電子回路基板101上の配線と電気接点を持つようになっている。発光チップ107の主表面裏側にはガイド穴111が開口されており、ここに光ファイバ112が挿入され紫外線硬化樹脂等の接着剤113で固定されている。本構成によれば、発光チップ107の電子回路基板101への接着面と光ファイバ112の取り出し方向が反対側になるので、容易にパッケージ102上に組み立てることができる。すなわち、電子回路基板101をパッケージ102に接着した後、発光チップ107を主表面を下にして電子回路基板101に接着し、その後発光チップ107の主表面裏側（上側）より光ファイバ112を挿入固定すればよい。

【0009】図2は本発明の第2の実施例の光ファイバモジュールの断面図である。電子回路基板201は配線パターンを形成したプリント基板である。発光チップ202は主表面側に垂直共振器型面発光レーザ203およびヘテロ接合バイポーラトランジスタ204が形成されており、電子回路基板201に主表面を接して接着されている。面発光レーザ203とトランジスタ204は、前者のカソードと後者のコレクタが電気的に接続されるように積層されている。トランジスタ204のエミッタ電極205とベース電極206および面発光レーザ203のアノード電極207はポリイミド等の絶縁膜208上に形成されており、それぞれ個別に電子回路基板201上の配線と電気接点を持つようになっている。発光チップ202の主表面裏側にはガイド穴209が開口されており、ここに光ファイバ210が挿入され、接着剤211によって固定されている。本実施例においても、第1の実施例と同じく発光チップ202の電子回路基板201への接着面と光ファイバ210の取り出し方向が反対側になるので、組み立てが容易である。また、第1の実施例は、面発光レーザの駆動回路が電子回路基板に含まれるハイブリッド型のOEICであるのに対し、本実施例はモノリシックOEICをプリント基板上に実装する構成となっている。

【0010】図3は本発明の第3の実施例の光ファイバモジュールの製造方法を示す断面図である。まず、図3(A)に示すようにGaAs半導体基板301の主表面上に垂直共振器型面発光レーザを構成するエビ層302を結晶成長する。このエビ層は第1導電型のGaAs/AlAs多層膜よりなる下部ミラー303、InGaAs/GaAs活性層304および第2導電型のGaAs/AlAs多層膜よりなる上部ミラー305よりなる。次に、図3(B)に示すように主表面の周縁部にあるエビ層302をエッチング除去する。このエッチングは多少オーバーエッチングしても差し支えない。さらに、図3(C)に示すように主表面の裏側よりエビ層に達するガイド穴306および貫通穴307を同時に開口する。ガイド穴306のエッチングは下部ミラー303の直前

で停止させるが、下部ミラー303の最下層はAlAs層なので、選択エッチング技術によってエッチングを停止させることは容易である。エビ層を除去した部分では、同じエッチングによって主表面に達する貫通穴307が開口される。この貫通穴307の位置を基準として、図3(D)に示すようにガイド穴306の直上に面発光レーザ308を形成する。この際には、電極309をマスクとして上部ミラー305および活性層304をエッチングする。最後に、図3(E)に示すようにガイド穴306に光ファイバ310を挿入し、接着剤311

【0011】なお、以上の実施例の説明においては発光チップに形成される面発光レーザが1個である場合を図示してきたが、これが複数個の場合にも本発明が容易に実施されることは言うまでもない。また、面発光レーザを構成する材料は第3の実施例で述べたInGaAs/GaAs/AlAs系に限定されるものではなく、GaAs/AlGaAs/AlAs系やInGaAsP/InP系であってもよい。

#### 【0012】

【発明の効果】本発明によれば、容易に組み立てられる構成で、機械的な光軸合せで高い光学結合効率を得られる面発光レーザ光ファイバモジュールが実現できる。すなわち、発光チップの電子回路基板への接着面と光ファイバの取り出し方向が反対側になるので、電子回路基板をパッケージに接着した後、発光チップを主表面を下に

して電子回路基板に接着し、その後発光チップの主表面裏側(上側)より光ファイバを挿入固定することができる。また、本光ファイバモジュールでは発光チップの主表面上に形成された面発光レーザと主表面裏側から開口されたガイド穴の位置合せによって光ファイバの光軸合せが行われるが、本発明の製造方法によれば精確にガイド穴の直上に面発光レーザを形成することができるので、高い光学結合効率を実現される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の光ファイバモジュールの断面図

【図2】本発明の第2の実施例の光ファイバモジュールの断面図

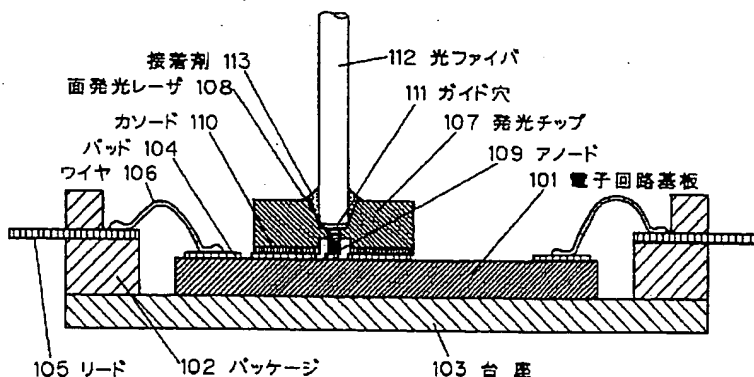
【図3】本発明の第3の実施例の光ファイバモジュールの製造方法の断面図

【図4】従来の光ファイバ付き面発光レーザの断面図

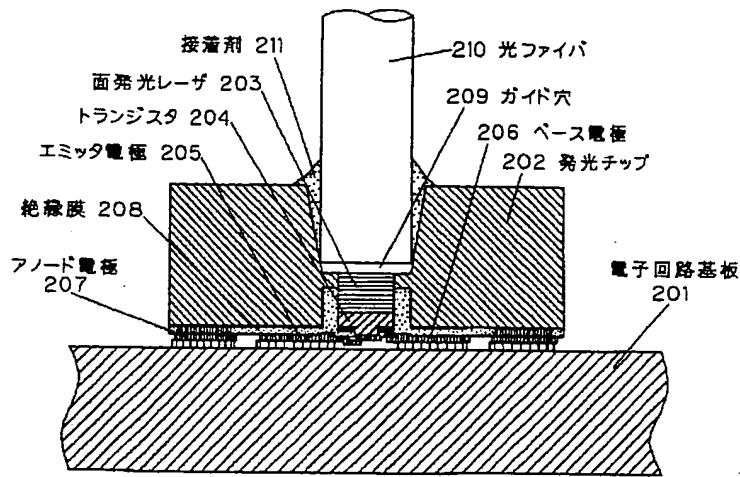
#### 【符号の説明】

- 101 電子回路基板
- 107 発光チップ
- 108 面発光レーザ
- 111 ガイド穴
- 112 光ファイバ
- 301 半導体基板
- 302 エビ層
- 306 ガイド穴
- 307 貫通穴
- 308 面発光レーザ
- 310 光ファイバ

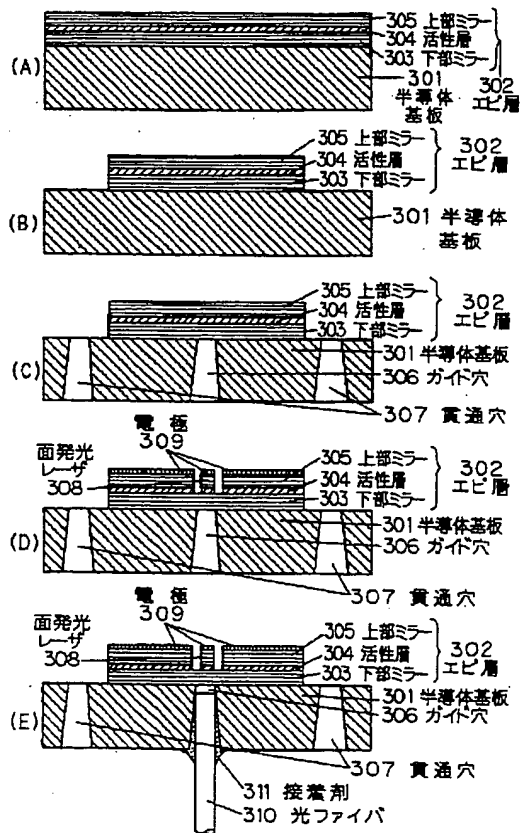
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

